

#

2

6-19-02

Attorney Docket No. 826.1791

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Nobuyuki NEMOTO et al.

Application No.:

Group Art Unit:

Filed: February 20, 2002

Examiner:

For: CONTROLLING SYSTEM FOR USE WITH VARIABLE ATTENUATORS

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s) herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No. 2001-362252

Filed: November 28, 2001

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. § 119.

Date: 4

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

By:

James D. Halsey, Jr., Senior Counsel
Registration No. 22,729700 11th Street, N.W., Ste. 500
Washington, D.C. 20001
(202) 434-1500

JAPAN PATENT OFFICE

JC868 U.S. PTO
10/078488
02/21/02



This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this office.

Date of Application: November 28, 2001

Application Number: Patent Application No. 2001-362252
[ST.10/C] [JP2001-362252]

Applicant(s): FUJITSU LIMITED

January 18, 2002

Commissioner,
Japan Patent Office Kozo Oikawa

Certificate No. 2001-3116936

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

JC968 U.S. PTO
10/078488
02/21/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出願年月日
Date of Application: 2001年11月28日

出願番号
Application Number: 特願2001-362252

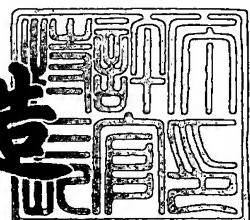
[ST.10/C]: [JP2001-362252]

出願人
Applicant(s): 富士通株式会社

2002年 1月18日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3116936

【書類名】 特許願
 【整理番号】 0152276
 【提出日】 平成13年11月28日
 【あて先】 特許庁長官殿
 【国際特許分類】 H04B 10/16
 【発明の名称】 可変減衰器制御システム
 【請求項の数】 5
 【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通
 株式会社内
 【氏名】 根元 誠幸
 【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通
 株式会社内
 【氏名】 朝生 太郎
 【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通
 株式会社内
 【氏名】 田中 和夫
 【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通
 株式会社内
 【氏名】 洞地 一徳
 【特許出願人】
 【識別番号】 000005223
 【氏名又は名称】 富士通株式会社
 【代理人】
 【識別番号】 100074099
 【住所又は居所】 東京都千代田区二番町8番地20 二番町ビル3F

【弁理士】

【氏名又は名称】 大菅 義之

【電話番号】 03-3238-0031

【選任した代理人】

【識別番号】 100067987

【住所又は居所】 神奈川県横浜市鶴見区北寺尾 7-25-28-503

【弁理士】

【氏名又は名称】 久木元 彰

【電話番号】 045-573-3683

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012542

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705047

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 可変減衰器制御システム

【特許請求の範囲】

【請求項1】 WDM光信号をアド・ドロップするWDM伝送装置に設けられる可変減衰器の制御システムであって、

WDM光信号を分波して得られた各波長の光信号の光パワーレベルを調整する複数の可変減衰器と、

該複数の可変減衰器のそれぞれの光出力レベルを検出する複数の光出力レベル検出手段と、

該光出力レベル検出手段の検出結果に基づいて、該複数の可変減衰器の光減衰量を調整する制御を行うフィードバック回路とを備え、

該複数の可変減衰器によって光パワーレベルが調整された各波長の光信号を合波してWDM光信号を生成・送出することを特徴とする可変減衰器制御システム。

【請求項2】 前記フィードバック回路には、各波長の光信号の光パワーレベルをどの程度にすべきかを示すターゲット値が設定されることを特徴とする請求項1に記載の可変減衰器制御システム。

【請求項3】 前記フィードバック回路は、WDM光信号のいずれかの波長の光信号に信号断が生じた場合には、該波長の光信号の光パワーレベルを調整すべき可変減衰器の減衰量を所定値に設定することを特徴とする請求項1に記載の可変減衰器制御システム。

【請求項4】 前記所定値は、突然光入力があった場合に、前記WDM伝送装置から送出される光信号が、その光パワーレベルの高さのために、次段に接続されるWDM伝送装置を破損しない程度に小さく、かつ、突然光入力があった場合に、該可変減衰器の光出力レベルを測定する光出力レベル検出手段が検出可能な程度に大きいことを特徴とする請求項3に記載の可変減衰器制御システム。

【請求項5】 前記フィードバック回路は、未使用の波長の光信号に対応する可変減衰器の減衰量を最大とすることを特徴とする請求項1に記載の可変減衰器制御システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、各波長間の光パワーレベルのバラツキの補正や、光出力制御、光レベルでのプロテクションスイッチ、光出力サージ防止、ミスコネクションの防止などを行うWDM伝送装置における可変減衰器の制御システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

図8は、従来のWDM伝送装置の構成を示すブロック図である。

図8のWDM伝送装置は、各波長間の光出力パワーをある一定のレベルに調整するために、SAU (Spectrum Analyzer Unit) を使用して前段のVAT (可変減衰器; Variable Attenuator) を制御していた。しかし、この方式は、通常光ネットワークに採用されるプロテクションスイッチを構成するにあたって、光レベルでのプロテクションスイッチを実行するには応答速度が遅く、ITUなどで指定されているプロテクションスイッチの切り替え時間である50ms以内の切り替え動作には向きである。コストについても高価なSAUを使用するなど、装置のコストバジェットに大きな影響を与えていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

図8の従来の技術を使用したWDM伝送装置のブロック図を用いて本発明が解決すべき課題を説明する。

【0004】

図8の左側からn波に多重されたWDM信号が、途中の光伝送路による損失のため、微弱な光パワーレベルで初段のpre-AMP (pre-amplifier) に入力され、微弱な光信号をある一定のレベルまで増幅する。増幅されたWDM信号をDEMUXにて個々の波長の光信号に分波し、次段のVATに向かうもの（本装置をスルーする）と、TRPN (Transponder Unit) 向かうもの（本装置でドロップする）に分かれる。TRPNにドロップされた光信号は、その信号の内容によるが、SONET信号であれば、SONET装置へ、Gigabit E

theernet信号であれば、それらを処理する装置に接続される。

【0005】

VATヘルスルーブした信号は、後段に設置されているSAUによって、そのスペクトルが観測され、各波長の光信号のパワーのバラツキすなわちTiltを抑圧するため、SAUの観測結果に基づいた制御信号が各波長毎に設けられたVATにフィードバックされて、各波長間の光パワーレベルの補正を行う。SAUでは入力されたWDM信号を各波長毎にスペクトラム検出し、各波長の光パワーを監視することができる。

【0006】

この検出結果からVATをコントロールすることによって各波長間のTiltを抑圧することができる。次にMUXにてn本の波長を合波し、次段のpost-AMP(post-amplifier)へ入力する。post-AMPではALC(Automatic Level Control)制御により、予め設定された出力パワーになるようにゲインを自動的に調節する。増幅された信号は、一方はSAUに出力されてTilt抑圧のためのフィードバックループに供給される。また、一方はネットワークへ出力され、次ノードのWDM伝送装置へと接続される。これが従来の技術を使用した装置の概要である。

【0007】

このような装置の場合、下記項目が問題点として挙げられる。

1. 各波長間のTiltを補正するには、必ず各波長の光パワーレベルを測定する必要がある。従来、その役割は図8のようにSAUを使用して行われた。しかし、SAUは、WDM信号を取り込んで光のスペクトルを分析し、そのスペクトル成分から光パワーを割り出しているため、その技術を使用するのにコストが非常にかかっていた(PIU(Plug In Unit)ベースで約200万円)。したがって、コスト面で大きな障害となり問題である。
2. 従来は、図8に示されるDEMUX、MUX、post/pre-AMPなどの光デバイスの特性バラツキや、スルー光とアド光の光源の違いなど伝送系路の違いにより生じる波長間の光パワーレベルのバラツキは、SAUを使用して各波長の光パワーを測定し、前段のVATにフィードバックすることにより補正

を行っていた。この場合、各波長間の T_{idle} は SAU からのフィードバックにより補正できるが、SAU が常時必要となることでコスト面で非常に不利となり問題である。また、WDM 光信号の波長多重度が変化すると、post-AMP への全体の光パワー入力レベルが変動することにより、post-AMP で ALC 動作と AGC 動作の 2 種類の動作のシーケンスが必要となり、装置の接続されるノード数が多い場合、装置立ち上げにかなりの時間がかかるてしまい問題となる。

3. 図 9、10 は、光ネットワークのプロテクションスイッチを説明する図である。従来は、光レベルでのプロテクションスイッチは図 9 のように、ワークパスもプロテクションパスも常に同じ信号が通っている OUPSR (Optical Uni-directional Path Protection Ring) のみのサポートであったため、障害などでプロテクションパスへの切り替えが必要になった場合でも、SAU により波長数の増減を検出し、それに応じて光アンプを所定のゲインに設定することで実現可能であり、ワークパスからプロテクションパスへの切り替えに時間を要することは無かった（受信端での光スイッチの切り替えに要する時間のみのため）。しかし、図 10 のように、他のプロテクションスイッチ構成である OSPPR (Optical Shared Path Protection Ring) の場合、プロテクションパスは通信ノード（ノード A と D）以外のノード（ノード F、E）が通信に利用可能なよう共有されるため、常に空き状態にしなければならない。そのため、光アンプに入力信号が無い状態（他でそのパスを使用していない場合に限る）で待機することになる。このような状態でプロテクションスイッチが発生した場合、SAU で波長の有無を検出してから各ノードの光アンプを再立ち上げしていたのでは、リングノード数が増えるに従って 50 ms 以内での切り替えが困難となり問題となる。SAU は各波長の光パワーを検出するために一定の波長帯域をメカニカルに何度もスイープしてピーク値を求めるような内部構造となっており、これが動作遅延の原因となっている。

4. 図 8 のように SAU と VAT でフィードバック制御を行った場合、VAT 入力が無くなると、出力もなくなり、そのため、SAU からのフィードバック信号は VAT に対して減衰量を最小（開放状態）にする命令を出してしまう。例えば

、図8でDEMUXとVATの間が光ファイバで接続されていたとして、その光ファイバが何らかの原因で外れた場合、VATの入力が断状態となり、上記のような動作を引き起こすことになる。このようにVATが減衰量0の状態で、その後、障害復旧によって光信号が出力されている光ファイバが接続された場合、接続された瞬間に大きな光出力が次段の光アンプに入力され、光アンプからは非常に大きな光サージが出力されることになる。この光サージを受けた次ノードでは光部品（図8の場合は、pre-AMP）を破壊するおそれがあり問題である。また、上記光サージを出力させないように光入力が断になった場合は、VATの減衰量を強制的に最大にしてしまう方法が考えられるが、その場合、VAT減衰量を最大にしてしまうため、次段のPDに光信号が永久に入力されなくなり、すなわち、次段のWDM伝送装置では、障害復旧したにもかかわらず、その復旧を知る手立てがないため、障害が継続しているとして光パワーレベルを調整するので、不適切な光パワーレベルが継続してしまう。すなわち、光パワーレベルを検出した自動復旧が不可能となってしまい問題となる。

5. 図10のようにOSPPRでネットワークが構築された場合、プロテクションパスは有効利用するためにPCA回線として他者が使用できるしくみとなっており、通常は空き状態となっている。また、図11は、WDM伝送装置に使用するスイッチファブリックの構成例であるが、コスト削減のため光コンポーネントを極力削減してスイッチ構成を組んでいる。このような構成からなる装置において、OSPPRネットワークのクライアント側（図10のノードA）のアプリケーションが1+1構成の場合には、図11中の（1×2 SW-B）をどちらに切り替えてもネットワーク側へ通常出力されるべきでない光信号が出力されてしまい問題である。また、未使用パスへASE光が出力されてしまうと、実際の波長数とは異なる光パワーレベルとなるため、次ノードのpre-AMPの立ち上げを行う際にアンプゲインの設定が正確に行われず（波長数に対する入力光パワーが実際のものと相違するため）問題となる。更に、図12のようなOSPPR構成で、プロテクションパスをPCAとして他者が使用していた場合、プロテクションスイッチが発生すると、各ノードのスイッチの遷移状態によっては、図12でしめすようなミスコネクションが発生してしまい問題となる。

5. 前記5. の問題を解決する手段として、ノードAの図8のプロテクションバス側に対応するVATを最大減衰量にすることが挙げられる。この場合、SAUはVAT制御後の光パワーレベルをモニタする必要があるため、VATの後段の光パワーを監視している。VATを強制OFF（最大減衰量）にした場合、仮にVATに光信号が入力されたとしてもSAUには光パワーがモニタされないため（VATが強制OFFになっているため）、通常のフィードバック操作が行われず、永久にVATの減衰量が最大となり信号疎通が不可能な状態となってしまい問題である。また、ただ単にVATの強制OFF状態をクリアしただけでは、瞬時に大きな光出力がVATから出てしまう可能性があり、これが、光アンプへ入力されるとサージを発生してしまうため、次段の光アンプを破壊する可能性があり、問題である。

【0008】

本発明の課題は、低コストで高速動作が可能な光回路システムの可変減衰器の制御システムを提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明の可変減衰器の制御システムは、WDM光信号をアド・ドロップするWDM伝送装置に設けられる可変減衰器の制御システムであって、WDM光信号を分波して得られた各波長の光信号の光パワーレベルを調整する複数の可変減衰器と、該複数の可変減衰器のそれぞれの光出力レベルを検出する複数の光出力レベル検出手段と、該光出力レベル検出手段の検出結果に基づいて、該複数の可変減衰器の光減衰量を調整する制御を行うフィードバック回路とを備え、該複数の可変減衰器によって光パワーレベルが調整された各波長の光信号を合波してWDM光信号を生成・送出することを特徴とする。

【0010】

本発明によれば、WDM光信号の各波長の光信号の光パワーレベルを調整するのに、スペクトラムアナライザを使用しないので、装置構成が安価になると共に、光信号の状態の変化に伴う光減衰器の制御の変更を迅速に行うことができる。

【0011】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明の実施形態を適用したWDM伝送装置の一部のブロック図である。

【0012】

光信号を波長多重するMUX10の前段に光パワーレベルを調節するVAT1～VATnと光パワーレベルをモニタするPD(Photo Detector)1～PDnが配置されている。そして、光分岐手段であるTAP11-1～11-nによって分岐された各波長の光の光パワーレベルをPD1～PDnでモニタした情報をフィードバック回路12でターゲット（目標）となる値になるようにVAT1～VATnの光減衰量を調節する仕組みとなっている。

【0013】

ここで、MUX10から出力される各波長の光パワーは、光の合分波器(MUX/DMUX)や、その他個々の光素子の損失のバラツキによって各波長間で光パワーのバラツキ(チルト)が発生してしまう。これを放っておくと、その間にある伝送路で更にチルトが大きくなり、光アンプのゲイン設定に影響を与え、最終的には受信端でダイナミックレンジ内の光信号の取り込みが難しくなり、主信号エラーを引き起こす可能性がある。これを解決する方法として、VATとPDを図1のように使用し、PDでモニタされる情報を元にVATの減衰量を可変調整することでMUXの光出力パワーを各波長間でバラツキが無くなるように調整することができる。また、(前記のバラツキの補正+ある値)の光減衰量を各波長それぞれに対して装置内に記憶させておくことで、次段のpost-AMPに所定の光信号パワーを入力する事ができる。このようにすることで、SAUを削除することができ、経済的に非常に有利となる。

【0014】

上記のようなVATとPDを使用した構成について、予め、WDM伝送装置内にターゲットとなる光パワーレベルをEEPROMなどのメモリに記憶させておく。そして、PDを常時モニタし、そのモニタ値に変動があった場合(VATへ入力される光パワーレベルが変動した場合)、記憶されているターゲット値に修正するため、VATの減衰量を調節する。このように光入力レベルが変動しても

光出力レベルがいつも一定になるように制御することをA L C制御という。このA L C制御をV A TとP Dで実現させることで、次段のp o s t - A M Pはゲインを調節することなく、A L C操作を行う必要が無くなるため、ネットワークの立ち上がりが速くなり、また、S A Uも削除可能となることから経済的にも非常に有利となる。

【0015】

図1のように、S A Uを削除し、上記で述べたようにV A TとP Dでフィードバック制御することによって、その動作はS A Uが約100m sを要していたものに対し、約5m sで処理することができる。これにより、O S P P Rネットワークのプロテクションパスへの切り替え時のプロテクションスイッチ時間を50m s以内に納めることができ、I T Uなどで規定されている値を満足できるようになる。

【0016】

図1のように、M U Xの前段にV A TとP Dを配置し、P Dでモニタされる光出力レベルが予め設定されていた入力断の閾値レベルを下回った場合に入力断と判断し、フィードバック回路からの指示により、V A Tの減衰量のある固定値に調整する（A L D（Automatic Level Down）機能）ように命令する。「ある固定値」とは出力光としては十分小さく（p o s t - A M Pから光サージが出力されない程度）、また、V A Tに光が入力された場合にP Dが検出可能な光パワー レベルとする。このようにすることで、その後に光信号が入力された場合、V A Tで光パワーを減衰するため、p o s t - A M Pから光サージが出力されるのを抑圧し、次ノードの光アンプが大きな光サージによって破壊されるのを防止すると共に、P Dによる光信号の検出が可能状態になっていることからV A T部に光信号が入力された場合には自己復旧が自動的に可能（復旧の閾値も予め設定しておく）となる。

【0017】

図1のように、M U Xの前段のV A Tを設け、その波長が未使用である情報を装置MC（Management Complex）13から受け取った場合、V A Tの光減衰量を最大にすることで、V A T部に入ってくる光信号を十分に減衰することができ

、次段のpost-AMPからの光出力を防止することができる。この光信号が出力されると、次ノードのpre-AMPのゲイン設定が正確にできず（波長数に対する光パワーが違うため誤ったゲイン設定となってしまう）、光のレベル設定に影響を与え、主信号の品質劣化につながる。また、このVATを強制OFF制御（減衰量を最大）することにより、従来の技術と問題点5.で記述した通り、図12のようなミスコネクションという問題も解決される。

【0018】

上記VATの強制OFF制御（減衰量を最大）を実施した場合、ALD機能と違いVATが最大減衰量となっているため、ALD制御を受けているVATが受けるべき波長の光信号が新たに入力された場合、VAT後部のPDで光入力を検出して自動復旧することはできない。しかし、強制OFF制御を実施する場合は、その波長が未使用時に限っているため、もしその波長を使用する場合は必ず装置MC13が指示を与えるため、それをトリガにVATの強制OFFを解除することができる。更に、強制OFFを解除する時にVATをスロー動作（通常より時間をかけて減衰量を調節する）させることにより、次ノードのpre-AMPの入力パワー変動を和らげることができ、サージを抑圧することができ、次段の光部品が破壊されることを防止することができる。

【0019】

図2は、本発明の実施形態を適用したWDM伝送装置の一実施形態のブロック図である。

図面の左側からn波に多重されたWDM信号が、途中の光伝送路による損失のため、微弱な光パワーレベルで初段のpre-AMP (pre-amplifier) 20に入力され、pre-AMP 20は、微弱な光信号をある一定のレベルまで増幅する。増幅されたWDM信号をDEMUX 21にて個々の波長の光信号に分波し、次段のスイッチファブリック (SW-F) 22に出力する。SW-F 22では、内部に光スイッチを要しており、VAT 23-1～23-nに向かうもの（本WDM伝送装置をスルーする）と、TRPN 25-1～25-nに向かうもの（本WDM伝送装置でドロップする）に切り替え設定する。TRPN 25-1～25-nにドロップされた光信号は、SONET信号であればSONET装置へ、G

igabit Ethernet信号で有ればそれらを処理する装置に接続される。VAT23-1～23-nへスルーした信号は、そのすぐ後段に設置されているPD24-1～24-nによって光出力レベルのオフセットとチルトを抑圧するため、各波長間の光パワーレベルの補正を受ける。PD24-1～24-nによって検出した光パワーの結果をフィードバック回路26によって、所定の光出力パワーが得られるように、VAT23-1～23-nをコントロールする。

【0020】

このようにすることで各波長間のチルトを抑圧することができると共に、ALC操作も行うことができる。また、VAT23-1～23-nに対してMC27からの制御も可能となっている。次にMUX28にてn本の波長を合波し、次段のpost-AMP(post-amplifier)29へ入力する。post-AMP29では、入力の光パワーレベルが前段のVAT23-1～23-nとPD24-1～24-nの構成により常に一定となっているので、立ち上げの初期時からAGC(Automatic gain Control)で動作する。このAGC動作に使用するゲイン値は、予めWDM伝送装置のメモリに記憶されている値を使用し、そのゲイン値による光出力パワーで出力される。増幅された信号はネットワークへ出力され、次ノードのWDM伝送装置へと接続される。

【0021】

また、将来の拡張として、現在光スイッチ部は受動素子を使用して装置を構成しているが、次世代にはMEMS(micro-electro-mechanical system)を採用することも考えられる。

【0022】

図3は、MEMSを使用した場合の本発明の実施形態に従ったWDM伝送装置の別の実施形態のブロック図である。

なお、図3において、図2と同じ構成要素には、同じ参照符号を付し、説明を省略する。

【0023】

図3に示すように、図2のVATをMEMSに置き換え、MEMSにスイッチングの機能と光減衰機能とを兼任させる。図3のように置き換えることでMEM

Sの減衰特性（MEMSは、内部に組み込まれるミラー $30-1 \sim 3-n$ の角度を変えて光の方向操ることで、どの出口に出力するかを選択できるものあり、その際に光軸が中途半端にずれている場合、光の損失となりVATと同じような減衰特性を提供することが可能である）をVATとして代用できる。

【0024】

従来の技術では、プロテクションスイッチのように光レベルでの切り替えはOUPSRのように受信端での切り替えのみのサポートであったため、比較的容易に実現することができたが、光レベルでの切り替えが発生した場合、高価なSAUユニットを使用することによるコストの問題や、SAUそのものの動作が遅いために切り替え時間に時間を要するという問題があった。また、光アンプにとってもプロテクションスイッチは波長数の増減につながり、動作が非常に難しく装置を開発する上で大きな障害となっていた。しかし、本実施形態の技術を使用することによって、問題点を解決することができ、従来技術に比べ経済的に、及び技術的に有利となる。

【0025】

図4～図7は、本発明の実施形態におけるVAT制御の処理の流れを示すフローチャートである。

なお、上記のフローチャートの中のDSP (Digital Signal Processor) は、図1～3のフィードバック回路内に搭載される制御プロセッサである。

【0026】

図4は、本発明の実施形態における構成の場合の光パワーレベルの調整のための処理フローである。

ステップS1において、各波長の光信号毎に設けられているPDが各波長の光信号の光入力レベルを検出する。ステップS2において、フィードバック回路は、PDで検出された光パワーレベルに対する電流値を電圧変換し、A/D変換器によってA/D変換する。ステップS3において、フィードバック回路内のDSPは、A/D変換器の出力値をモニタし、光パワーレベルのターゲット値と現状の測定値との差分を計算し、ターゲット値にするための値を導出し、導出値を電圧値に変換して出力する。ステップS4において、フィードバック回路は、DS

Pの出力値をD/A変換器によってD/A変換し、制御電圧をVATの制御電圧範囲レベルに増幅して、VATに印加する。ステップS5において、VATは、光減衰量を制御電圧に応じて日変死、VATの光出力レベルがターゲットの光出力レベルになるまで、上記処理を繰り返す。このとき、ステップS3において、MCは、ターゲット値をDSPに与えるようとする。

【0027】

図5は、ALD制御を行う場合の処理の流れを説明するフローである。

ステップS10において、PDが光入力レベルを検出する。ステップS11において、フィードバック回路がPDで検出された光パワーレベルに対する電流値を電圧値に変換し、A/D変換器によってA/D変換する。

【0028】

ステップS12において、DSPは、A/D変換器の出力をモニタし、MCから光パワーレベルのターゲット値を読み込む。なお、MCからターゲット値を読み込むのは、起動時のみであり、その他はDSP内に記憶させておき、この記憶されたターゲット値を使用するようとする。また、DSPは、ALD制御を行うため、フィードバック回路内のメモリからALDへ遷移する場合の閾値を読み込んで記憶する。この閾値の読み込みも起動時のみである。

【0029】

次にステップS13において、DSPは、モニタ値がALD閾値レベル以下になっているか否かを判断する。閾値以下になつてない場合には、ステップS15において、ターゲット値の現状の測定値との差分を計算し、光パワーレベルをターゲット値にするための値を導出し、導出値を電圧変換する。そして、ステップS16に進み、フィードバック回路が、DSPの出力電圧値をD/A変換器でD/A変換し、制御電圧をVATの制御電圧範囲レベルに変換して、ステップS17において、VATが制御電圧に基づいて光減衰量を調整する。ステップS13において、モニタ値が閾値以下になつている場合には、ステップS14において、VATの光減衰量が、所定値、例えば16dBになるように制御電圧を計算し、計算結果を電圧値に変換して、ステップ16のフィードバック回路の処理に進む。

【0030】

そして、ステップS10からステップS17までの処理をVATの出力光パワー・レベルがターゲット値になるまで繰り返す。

図6は、プロテクションパスへの切り替えが行われ、波長多重数が変化した場合の制御を示すフローチャートである。

【0031】

ステップS20において、PDが光入力レベルを検出する。ステップS21において、フィードバック回路がPDで検出された光パワーレベルに対する電流値を電圧変換し、電圧値をA/D変換器によってA/D変換する。ステップS22において、A/D変換器の出力値をモニタし、MCから波長未使用情報を受信する。ステップS23において、DSPは、光減衰量を調整しようとするVATに入力される光信号の波長が未使用か否かを判断する。未使用の場合には、DSPは、ステップS24において、VATの光減衰量が最大になるように制御電圧を計算し、計算結果を電圧値として出力し、ステップS26に進む。ステップS23において、その波長が使用中であると判明した場合は、ステップS25において、DSPは、ターゲット値と現状の測定値の差分を計算し、ターゲット値になるための値を導出する。そして、導出値を電圧値として出力し、ステップS26に進む。なお、ステップS25において、波長未使用状態からの復帰の場合は、VAT制御時間を通常より長く、すなわち、VATをゆっくり動作させるように制御値を生成する。

【0032】

ステップS26においては、フィードバック回路は、DSPから受け取った電圧値をD/A変換器によって、D/A変換し、制御電圧をVATの制御電圧範囲レベルに増幅して、VATに与える。ステップS27において、VATは、受けた制御電圧に基づいて、光減衰量を調整する。そして、ステップS20からステップS27の処理を繰り返し、VATの光出力レベルがターゲット値になるまで処理を繰り返す。

【0033】

本実施形態のみを考慮する場合、SAUとPDの両方を持っていて、パスプロ

テクションによるレベル変動をPDで検出し、VATの制御を行い、通常制御はSAUによりVATを制御するようにしても良い。

【0034】

図7は、図4～図6の処理を含むフローチャートである。

ステップS30において、PDが光入力レベルを検出し、ステップS31において、フィードバック回路が検出された光パワーレベルに対する電流値を電圧変換し、この電圧値をA/D変換器でA/D変換する。ステップS32においては、DSPがA/D変換器の出力をモニタし、MCからターゲット値と波長未使用情報を受信し、メモリからALD閾値を読み込み、ターゲット値とALD閾値を記憶する。ステップS33においては、DSPは、調整しようとするVATに対応する光信号の波長が未使用か否かを判断する。ステップS33の判断が未使用である場合には、ステップS34において、DSPは、VATの光減衰量が最大になるように制御電圧を計算し、計算結果を電圧出力し、ステップS38に進む。

【0035】

ステップS33において、その波長が使用中であると判断された場合には、ステップS35において、DSPは、モニタ値がALD閾値レベル以下になっているか否かを判断する。ステップS33において、モニタ値がALD閾値以下となっていると判断された場合は、ステップS36に進み、DSPは、VATの光減衰量が所定値、例えば、16dBになるように制御電圧を計算する。そして、計算結果を電圧値で出力して、ステップS38に進む。

【0036】

ステップS35において、モニタ値がALD閾値以下でないと判断された場合には、ステップS37において、ターゲット値と現状の光パワーレベルの測定値の差分を計算し、ターゲット値になるための値を導出し、導出値を電圧値によって出力する。ここで、波長未使用状態からの復帰の場合は、VATの制御時間を通常より長くとり、VATの動作が通所より遅くなるように制御する。そして、電圧値を出力した後、ステップS38に進む。

【0037】

ステップS38においては、フィードバック回路は、DSPの出力電圧値をD/A変換器によって変換し、制御電圧をVATの制御電圧範囲レベルに増幅して、ステップS39に進む。ステップS39においては、VATは、制御電圧に応じて、光減衰量を調整し、以下、ステップS30からステップS39までの処理を、VATの光出力レベルが適切になるまで繰り返す。

【0038】

(付記1) WDM光信号をアド・ドロップするWDM伝送装置に設けられる可変減衰器の制御システムであって、

WDM光信号を分波して得られた各波長の光信号の光パワーレベルを調整する複数の可変減衰器と、

該複数の可変減衰器のそれぞれの光出力レベルを検出する複数の光出力レベル検出手段と、

該光出力レベル検出手段の検出結果に基づいて、該複数の可変減衰器の光減衰量を調整する制御を行うフィードバック回路とを備え、

該複数の可変減衰器によって光パワーレベルが調整された各波長の光信号を合波してWDM光信号を生成・送出することを特徴とする可変減衰器制御システム

【0039】

(付記2) 前記フィードバック回路には、各波長の光信号の光パワーレベルをどの程度にすべきかを示すターゲット値が設定されることを特徴とする付記1に記載の可変減衰器制御システム。

【0040】

(付記3) 前記フィードバック回路は、WDM光信号のいずれかの波長の光信号に信号断が生じた場合には、該波長の光信号の光パワーレベルを調整すべき可変減衰器の減衰量を所定値に設定することを特徴とする付記1に記載の可変減衰器制御システム。

【0041】

(付記4) 前記所定値は、突然光入力があった場合に、前記WDM伝送装置から送出される光信号が、その光パワーレベルの高さのために、次段に接続され

るWDM伝送装置を破損しない程度に小さく、かつ、突然光入力があった場合に、該可変減衰器の光出力レベルを測定する光出力レベル検出手段が検出可能な程度に大きいことを特徴とする付記3に記載の可変減衰器制御システム。

【0042】

(付記5) 前記フィードバック回路は、未使用の波長の光信号に対応する可変減衰器の減衰量を最大とすることを特徴とする付記1に記載の可変減衰器制御システム。

【0043】

(付記6) WDM光信号をアド・ドロップするWDM伝送装置に設けられる可変減衰器の制御方法であって、

WDM光信号を分波して得られた各波長の光信号の光パワーレベルをそれぞれに設けられた可変減衰器によって調整する調整ステップと、

該複数の可変減衰器のそれぞれの光出力レベルを、それぞれに設けられた光出力レベル検出手段によって検出する光出力レベル検出ステップと、

該光出力レベル検出手段の検出結果に基づいて、該複数の可変減衰器の光減衰量を調整する制御をフィードバック回路を用いて行うフィードバック制御ステップと、

該複数の可変減衰器によって光パワーレベルが調整された各波長の光信号を合波してWDM光信号を生成・送出するステップと、
を備えることを特徴とする可変減衰器制御方法。

【0044】

(付記7) 前記フィードバック回路には、各波長の光信号の光パワーレベルをどの程度にすべきかを示すターゲット値が設定されることを特徴とする付記6に記載の可変減衰器制御方法。

【0045】

(付記8) 前記フィードバック回路は、WDM光信号のいずれかの波長の光信号に信号断が生じた場合には、該波長の光信号の光パワーレベルを調整すべき可変減衰器の減衰量を所定値に設定することを特徴とする付記7に記載の可変減衰器制御方法。

【0046】

(付記9) 前記所定値は、突然光入力があった場合に、前記WDM伝送装置から送出される光信号が、その光パワーレベルの高さのために、次段に接続されるWDM伝送装置を破損しない程度に小さく、かつ、突然光入力があった場合に、該可変減衰器の光出力レベルを測定する光出力レベル検出手段が検出可能な程度に大きいことを特徴とする付記8に記載の可変減衰器制御方法。

【0047】

(付記10) 前記フィードバック回路は、未使用の波長の光信号に対応する可変減衰器の減衰量を最大とすることを特徴とする付記6に記載の可変減衰器制御方法。

【0048】

【発明の効果】

本発明によれば、コストの低い装置でWDM光信号のチルトなどを調整できると共に、プロテクションパスへの切り替え時間も速くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施形態を適用したWDM伝送装置の一部のブロック図である。

【図2】

本発明の実施形態を適用したWDM伝送装置の一実施形態のブロック図である

【図3】

MEMSを使用した場合の本発明の実施形態に従ったWDM伝送装置の別の実施形態のブロック図である。

【図4】

本発明の実施形態におけるVAT制御の処理の流れを示すフローチャート（その1）である。

【図5】

本発明の実施形態におけるVAT制御の処理の流れを示すフローチャート（その2）である。

【図6】

本発明の実施形態におけるVAT制御の処理の流れを示すフローチャート（その3）である。

【図7】

本発明の実施形態におけるVAT制御の処理の流れを示すフローチャート（その4）である。

【図8】

従来のWDM伝送装置の構成を示すブロック図である。

【図9】

光ネットワークのプロテクションスイッチを説明する図（その1）である。

【図10】

光ネットワークのプロテクションスイッチを説明する図（その2）である。

【図11】

WDM伝送装置に使用するスイッチファブリックの構成例である。

【図12】

OSPWR構成で、プロテクションパスをPCAとして他者が使用していた場合の問題点を説明する図である。

【符号の説明】

1 0	MUX
1 1 - 1 ~ 1 1 - n	TAP
1 2	フィードバック回路
1 3	MC
2 0	pre-AMP
2 1	DEMUX
2 2	スイッチファブリック
2 3 - 1 ~ 2 3 - n	VAT
2 4 - 1 ~ 2 4 - n	PD
2 5 - 1 ~ 2 5 - n	トランスポンダ
2 6	フィードバック回路

27 MC

28 MUX

29 post-AMP

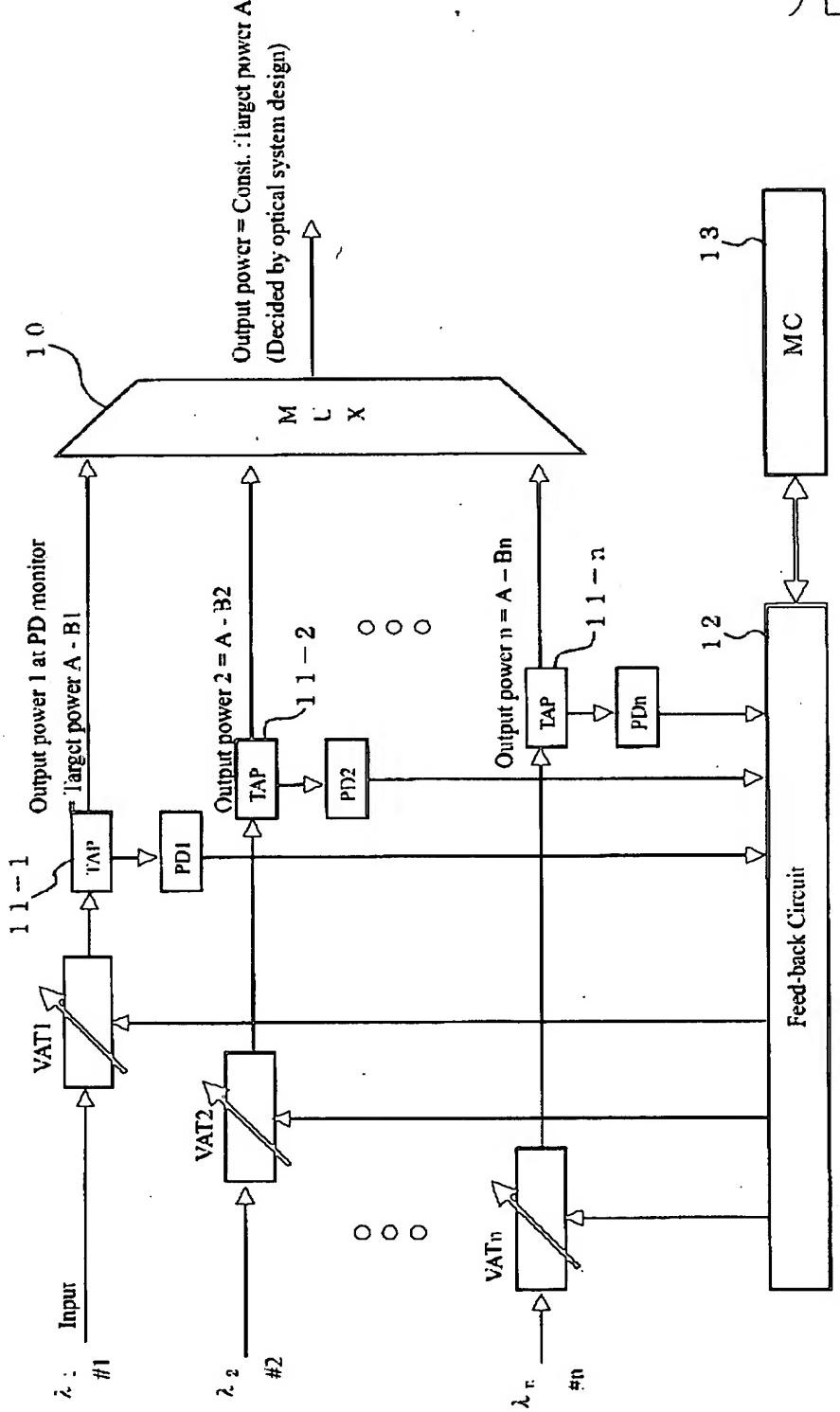
30-1~30-n ミラー

【書類名】

図面

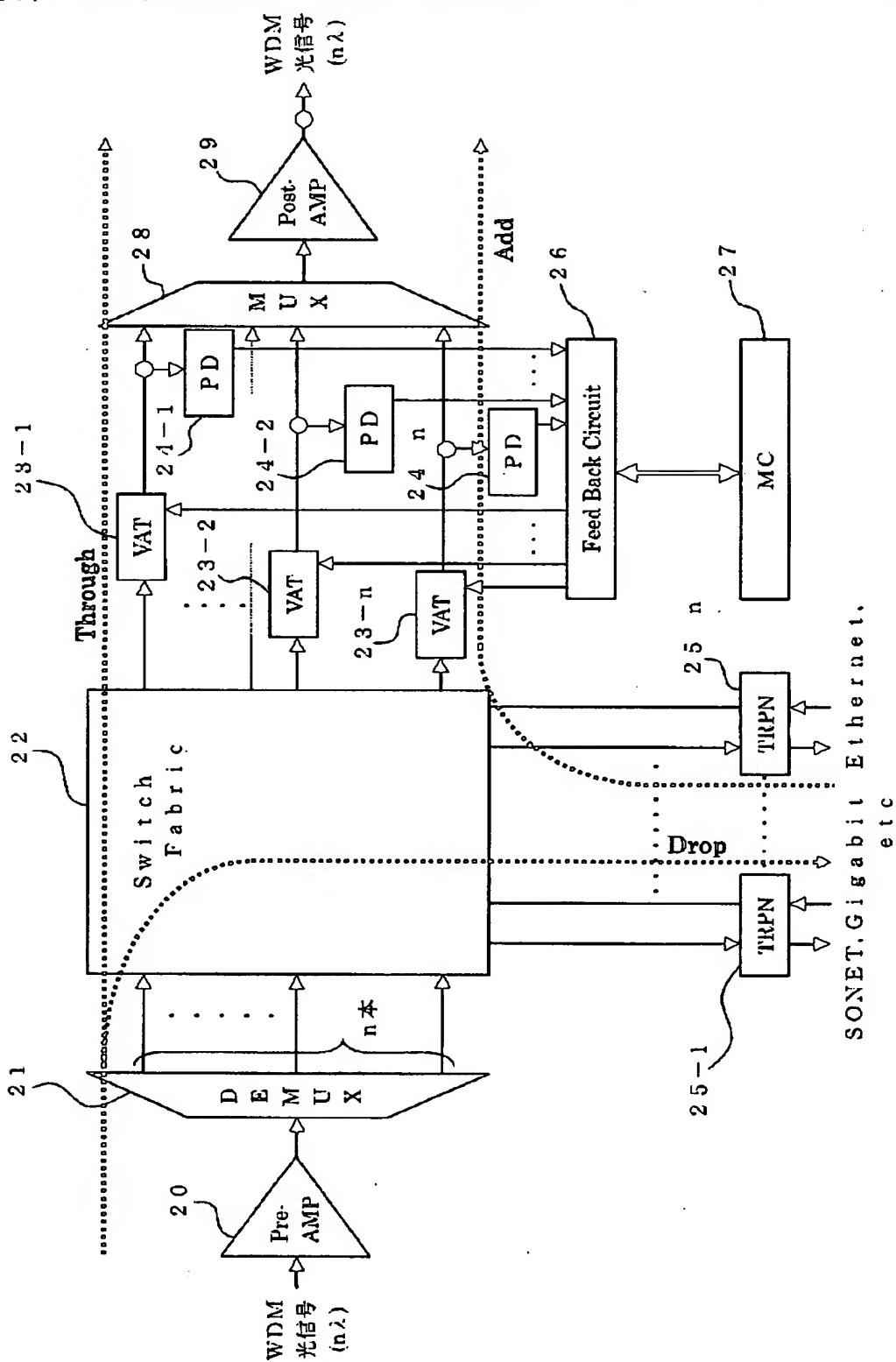
【図1】

本発明の実施形態を適用したWDM伝送装置の一部の
ブロック図

 A = Target power at Post Amplifier input Bx = Offset power value B は AWG, TAP, VAT (コネクタ) のポート間のパスのパラメータ及び PD モニタの測定誤差を含む。

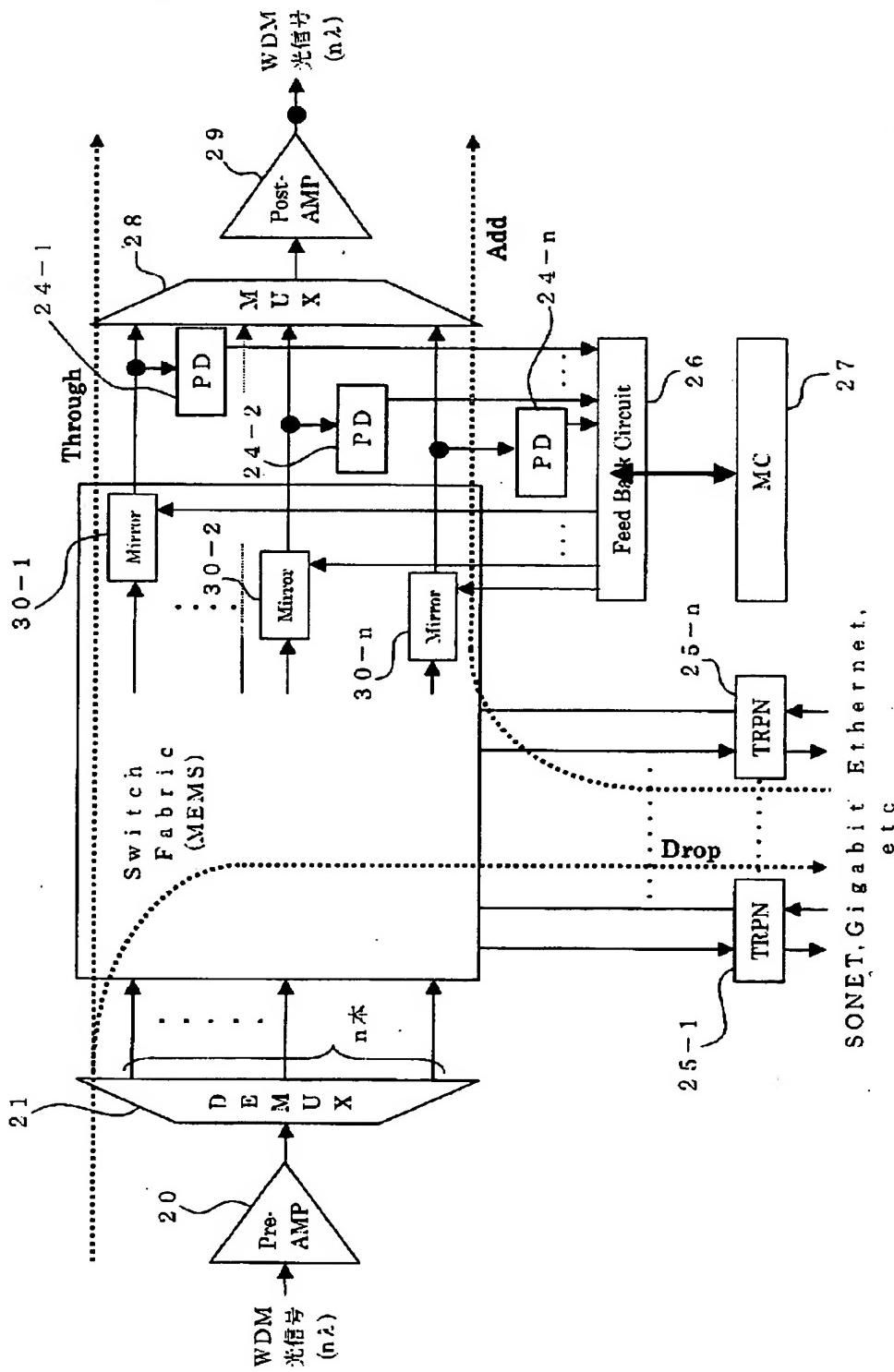
【図2】

本発明の実施形態を適用したWDM伝送装置の一実施形態のブロック図



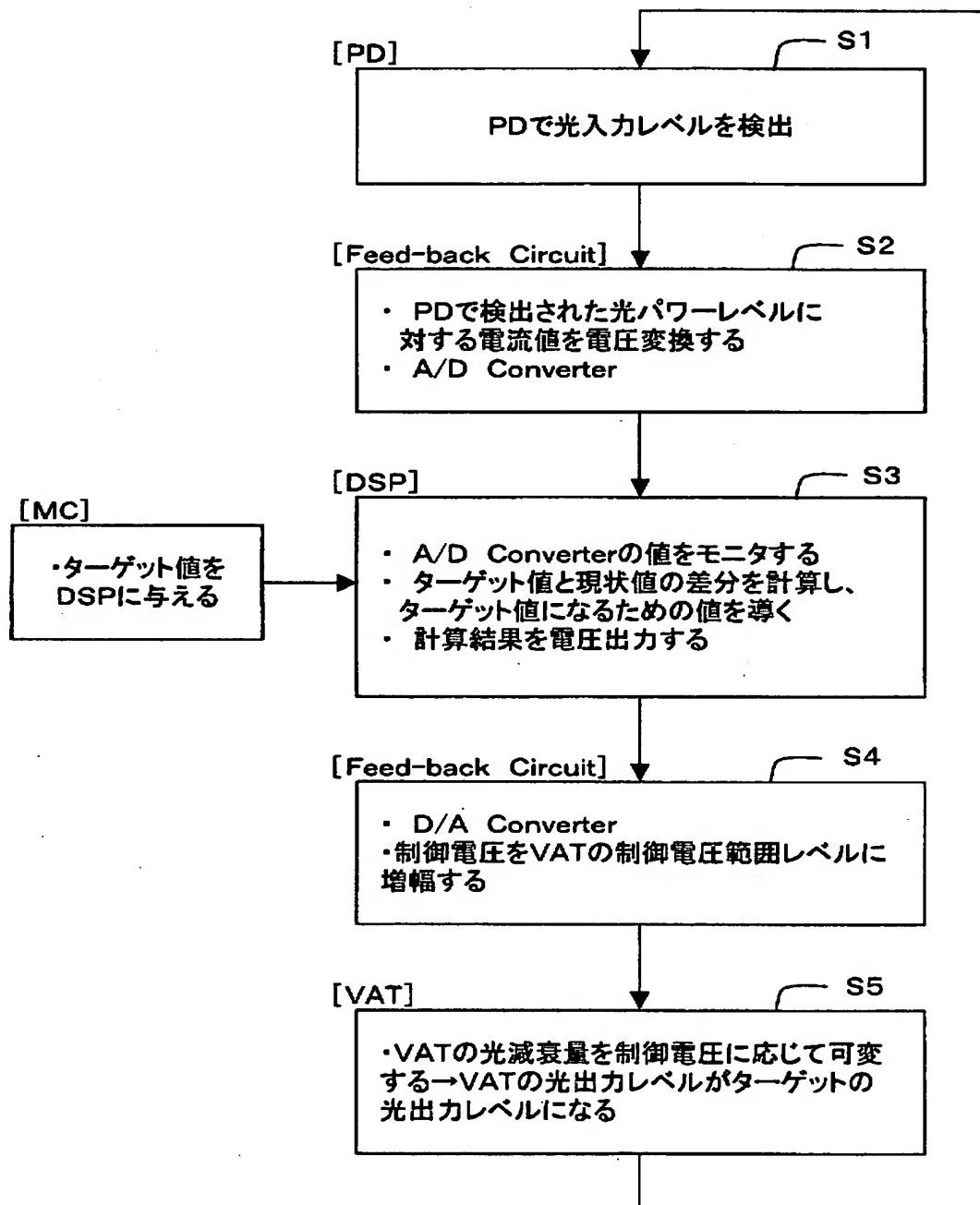
【図3】

MEMSを使用した場合の本発明の実施形態に従った
WDM伝送装置の別の実施形態のブロック図



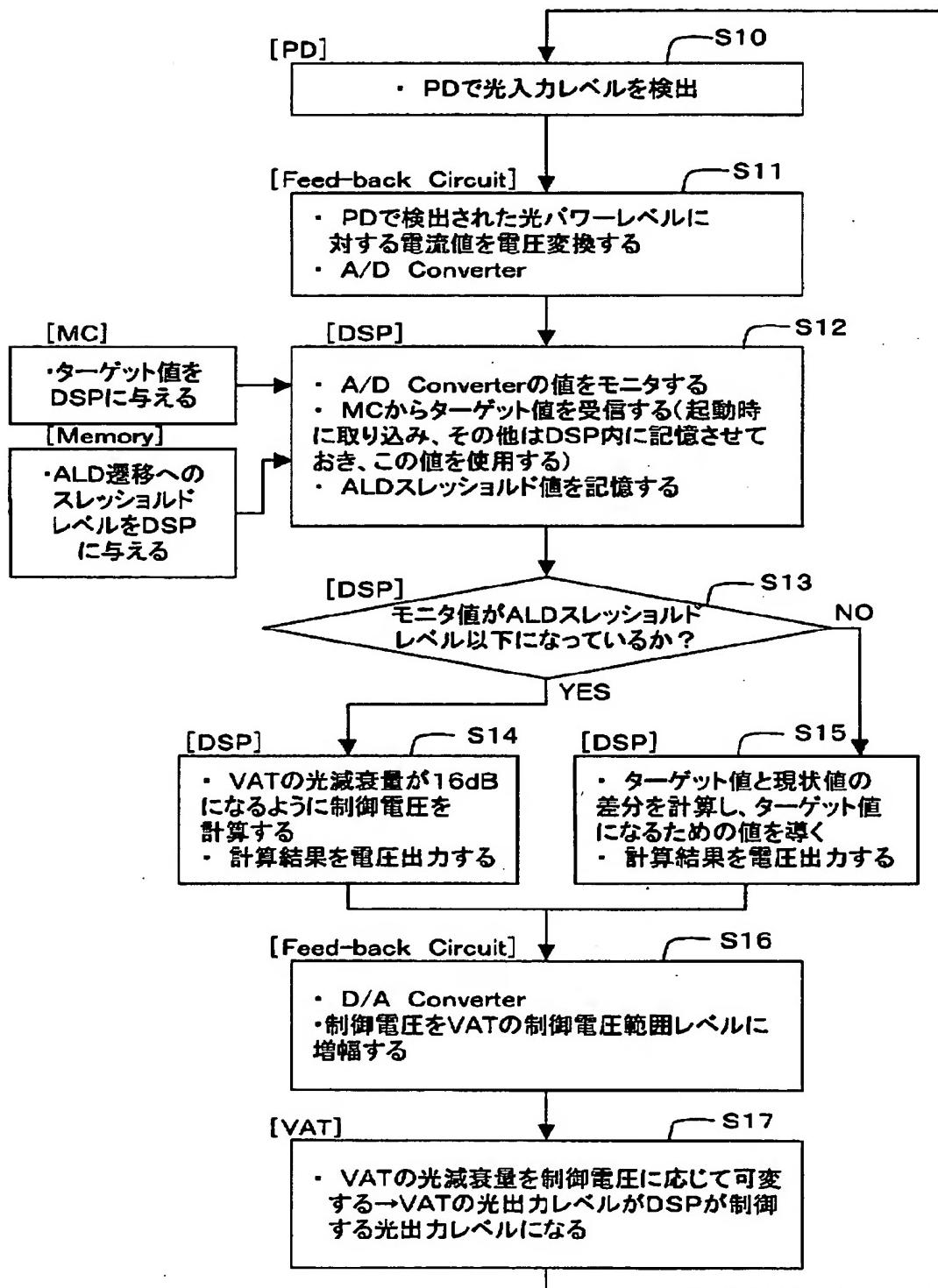
【図4】

本発明の実施形態におけるVAT制御の処理の流れを示すフローチャート(その1)



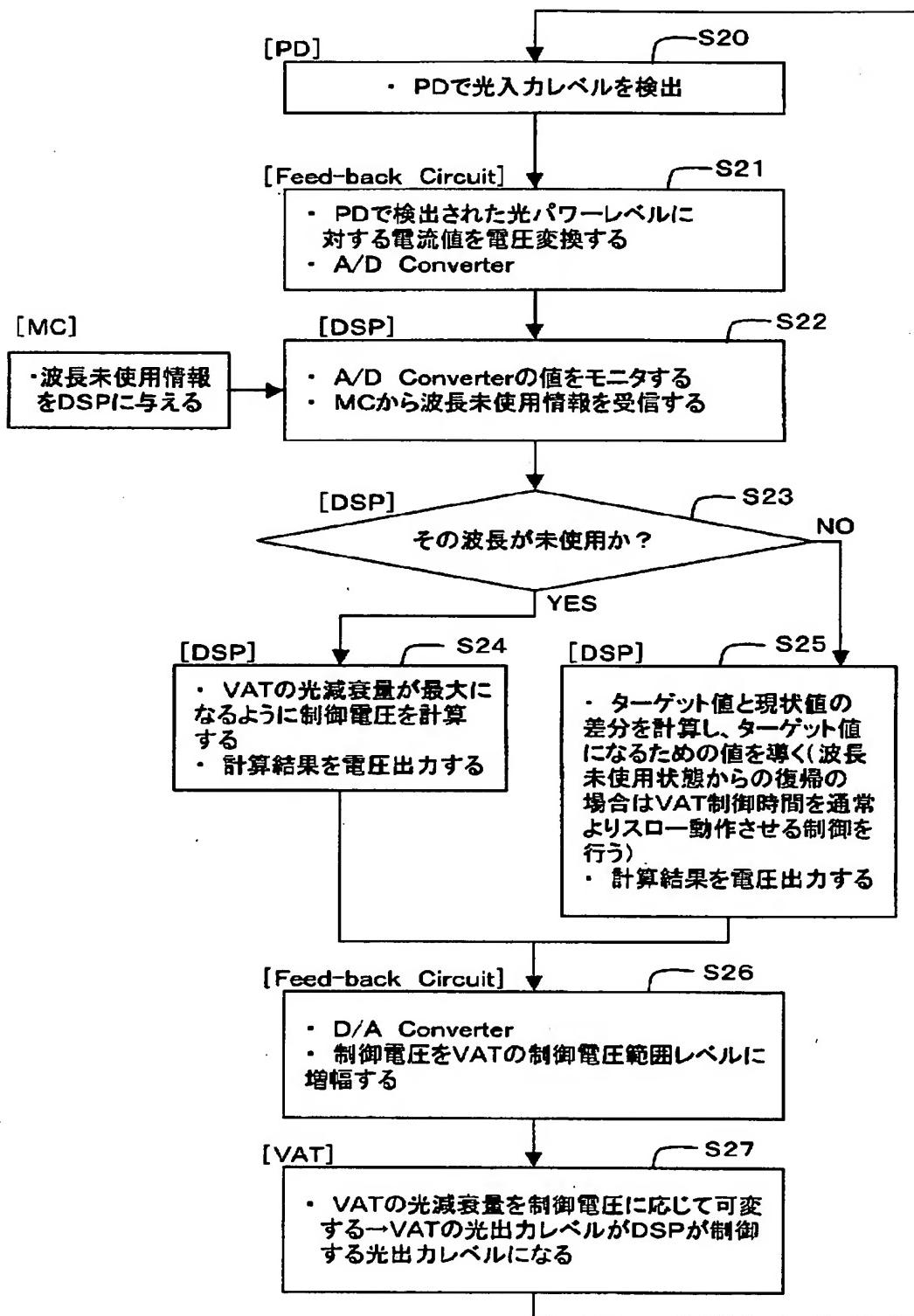
【図5】

本発明の実施形態におけるVAT制御の処理の流れを示すフローチャート(その2)



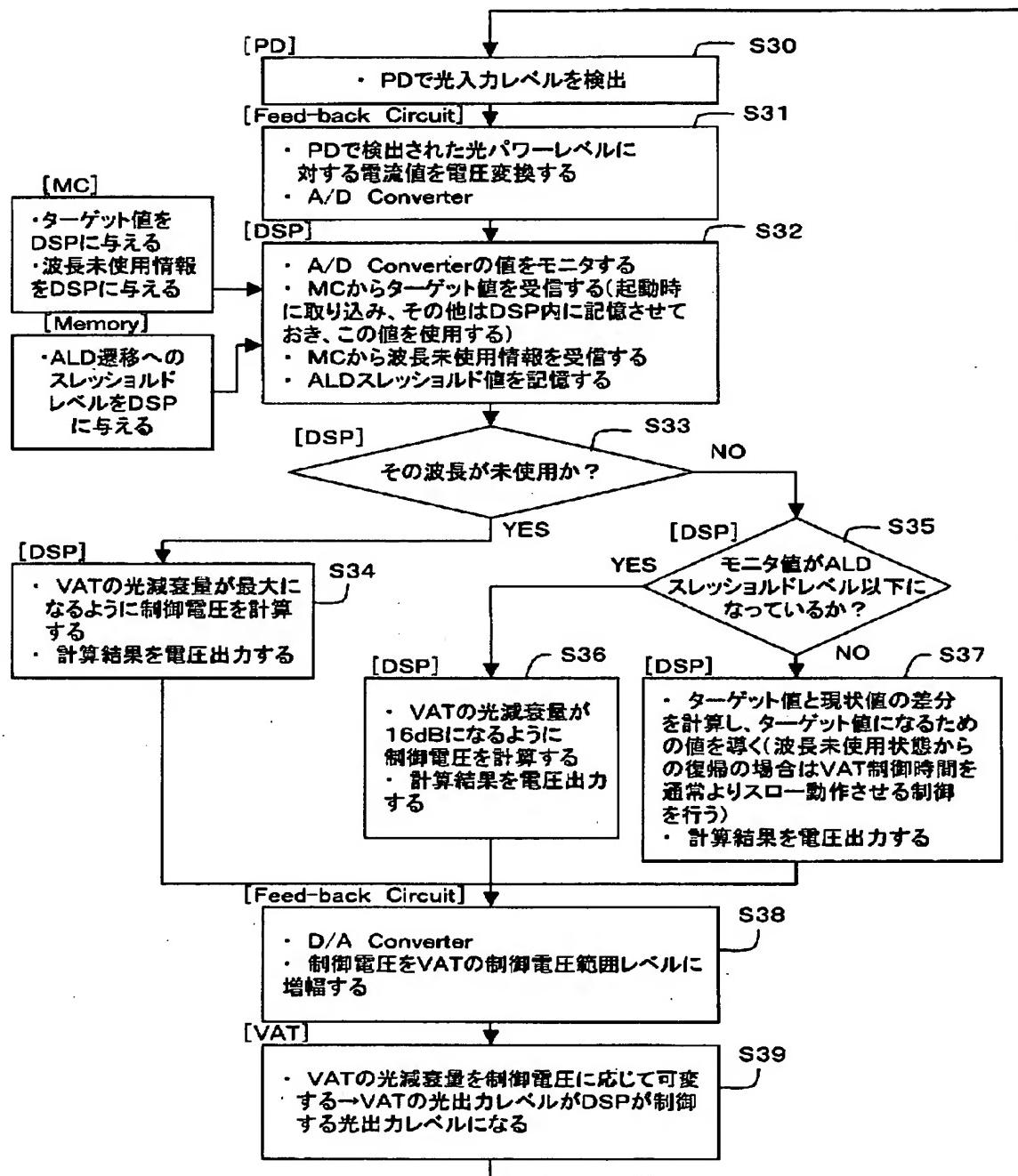
【図6】

本発明の実施形態におけるVAT制御の処理の流れを示すフロー・チャート(その3)



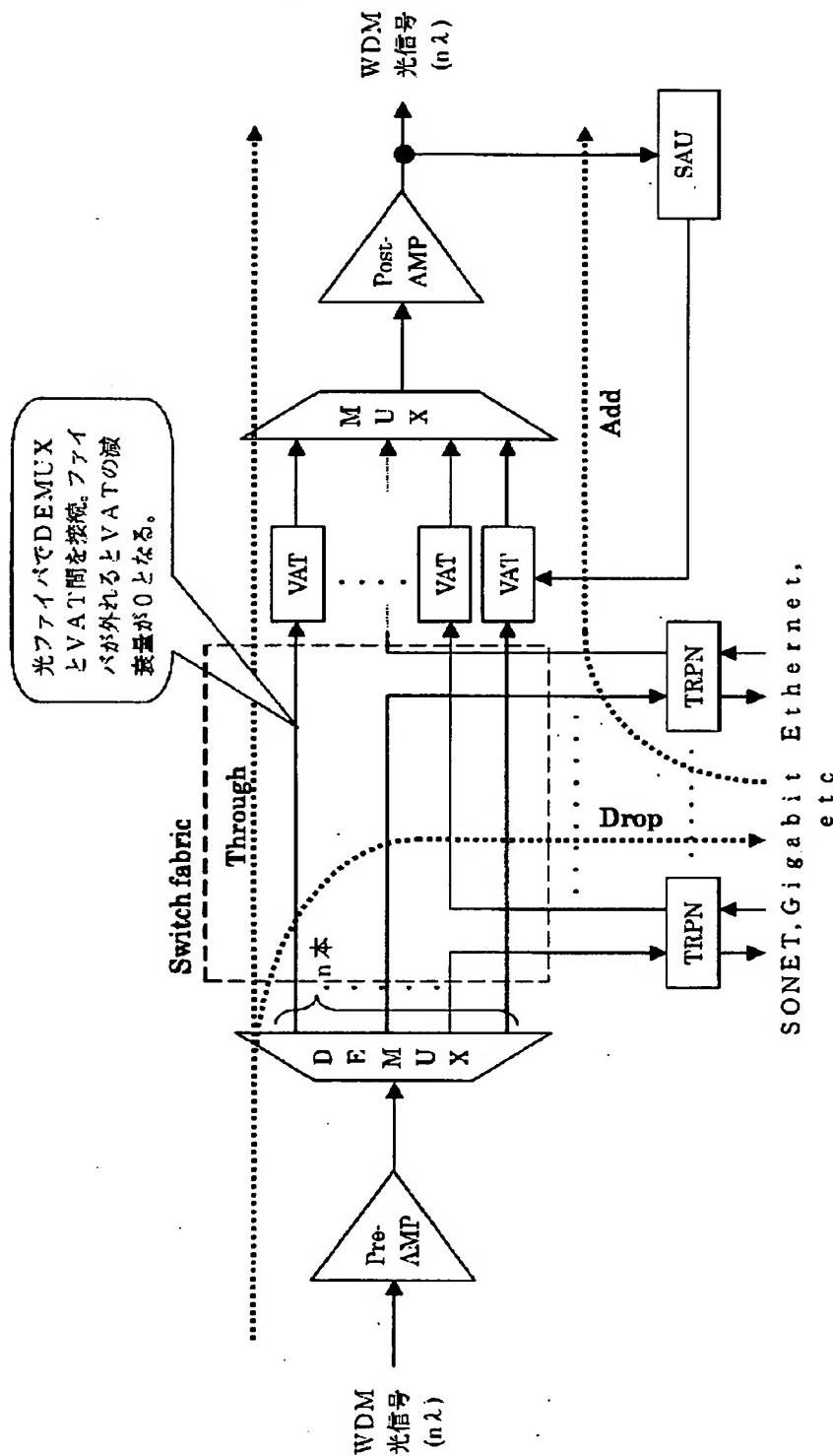
【図7】

本発明の実施形態におけるVAT制御の処理の流れを示すフローチャート(その4)



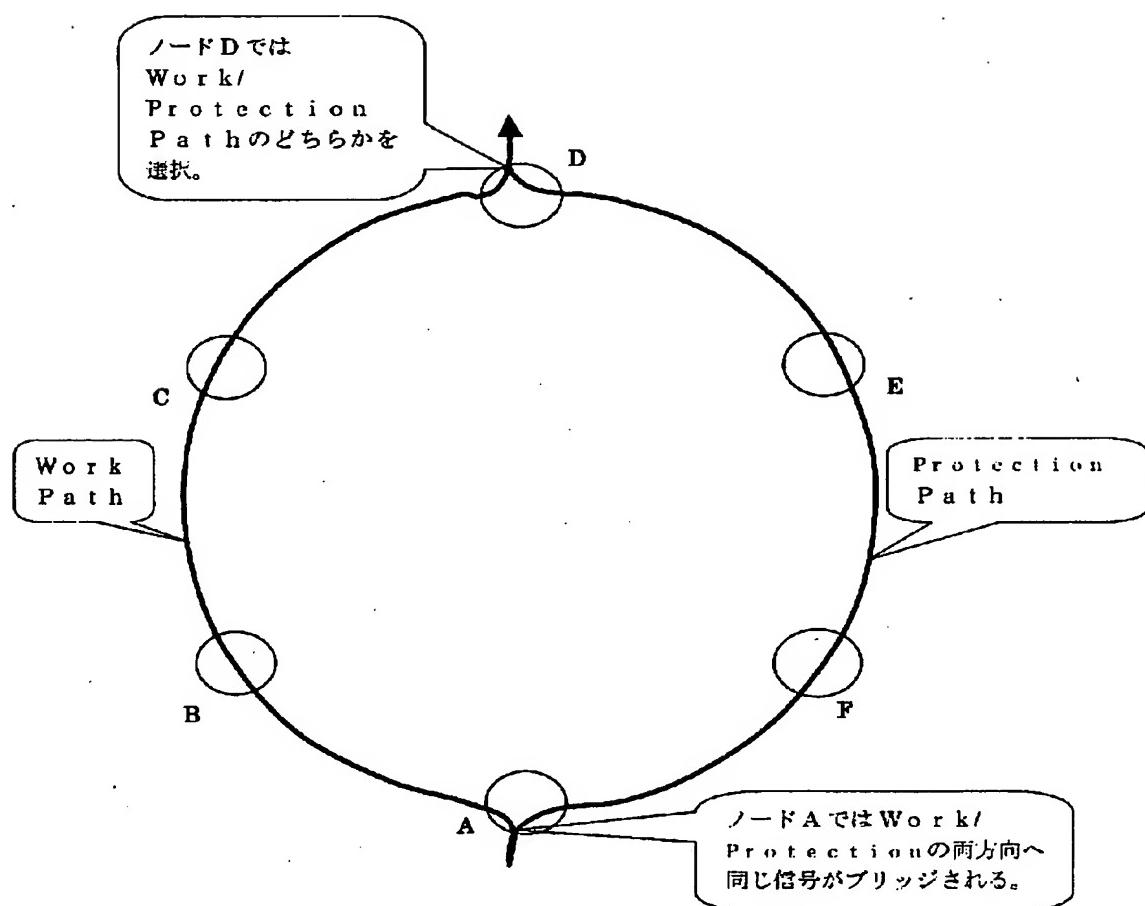
【図8】

従来のWDM伝送装置の構成を示すブロック図



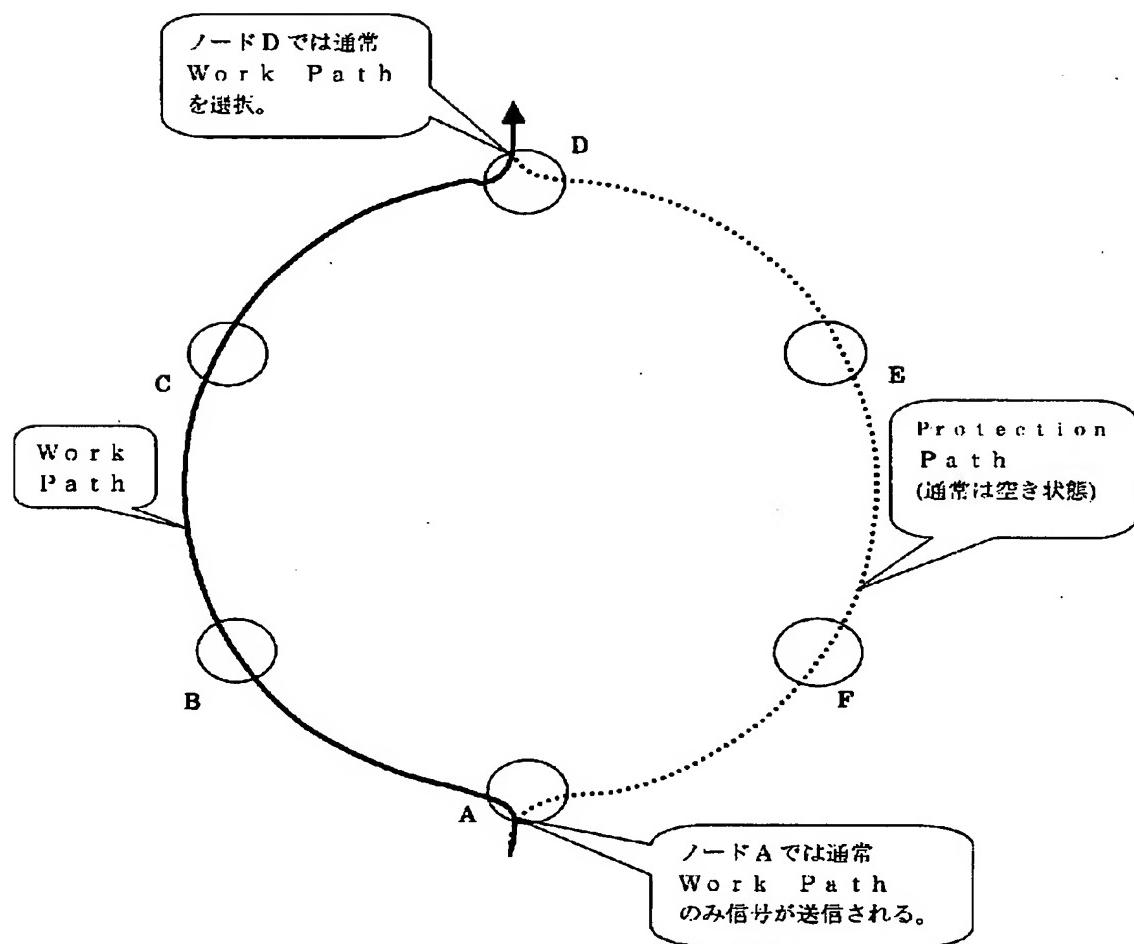
【図9】

光ネットワークのプロテクションスイッチを説明する図(その1)



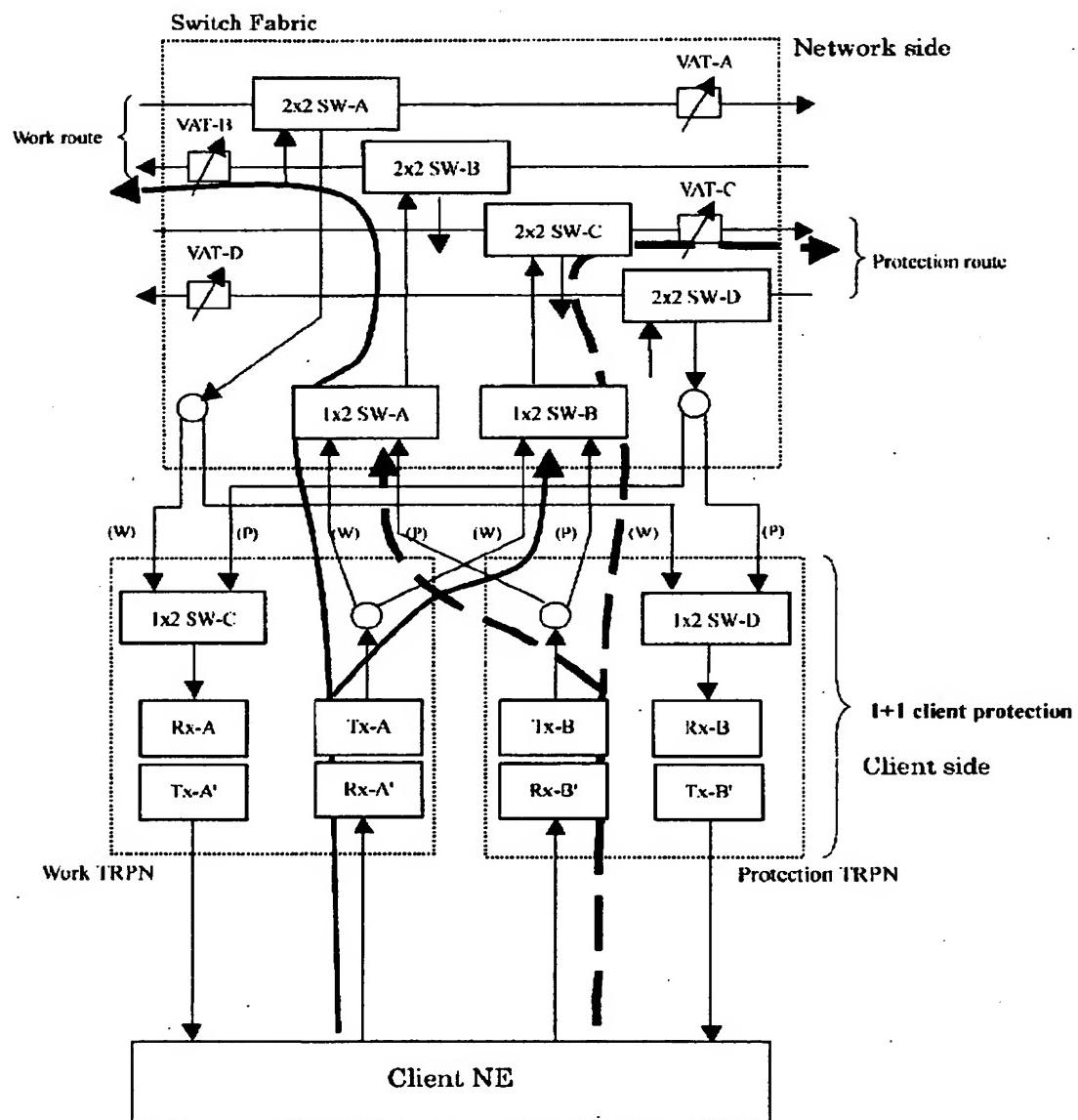
【図10】

光ネットワークのプロテクションスイッチを説明する図（その2）



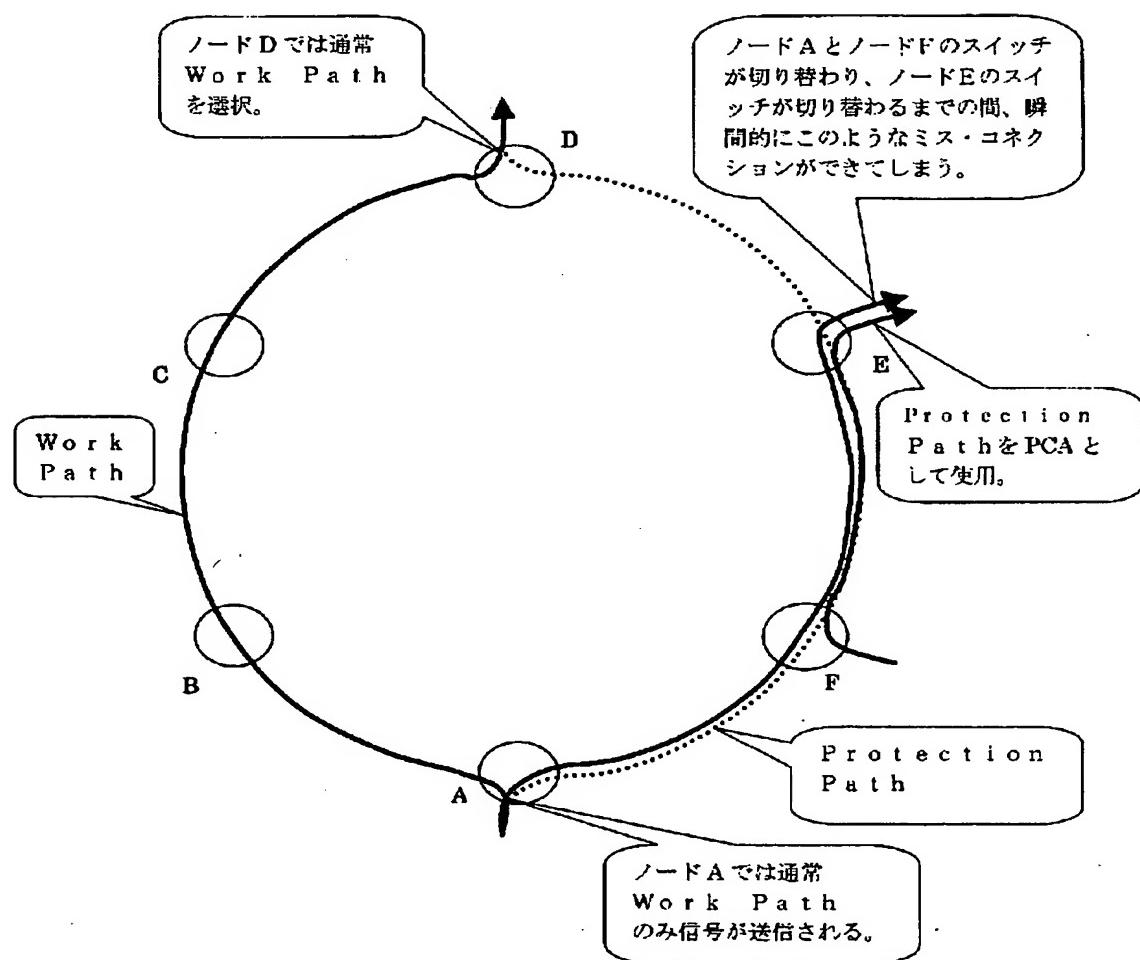
【図11】

WDM伝送装置に使用するスイッチファブリックの構成例



【図12】

OSPPR構成でプロテクションパスをPCAとして他者が
使用していた場合の問題点、を説明する図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 低成本で高速動作が可能な光回路システムの可変減衰器の制御システムを提供する。

【解決手段】 光ノードにおいて、WDM光信号を各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ に分波し、スイッチング処理した後、各光信号のパスに可変減衰器VAT₁～VAT_nと、可変減衰器VAT₁～VAT_nの光出力レベルをモニタするTAP₁₁～₁₁～_n及び光ディテクタPD₁～PD_nを設ける。モニタ結果は、フィードバック回路₁₂において処理され、可変減衰器VAT₁～VAT_nの制御信号とされる。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

氏 名 富士通株式会社